

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
ISSN (on line): 1981-0997
v.6, n.2, p.258-264, abr.-jun., 2011
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br
Protocolo 1069 – 19/08/2010 *Aprovado em 02/03/
2011
DOI:10.5039/agraria.v6i2a1069

José A. M. Nascimento¹

Lourival F. Cavalcante^{1,2}

Petrônio D. dos Santos^{1,3}

Sherly A. da Silva¹

Montesquieu da S. Vieira¹

Ademar P. de Oliveira^{1,2}

Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina

RESUMO

Um experimento foi realizado no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2009, para avaliar os efeitos da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.), cv. All Big, irrigadas com água salina. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, usando o esquema fatorial 5×2 , correspondente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹), e dois substratos, sem e com biofertilizante. A irrigação foi feita baseada no processo de pesagem, fornecendo-se diariamente o volume de cada tipo de água evapotranspirada, de modo a elevar o solo ao nível da capacidade de campo. Foram avaliados o índice de velocidade de emergência, porcentagem de plântulas normais emergidas, crescimento em altura e diâmetro do caule, comprimento da raiz principal, biomassa seca de raízes e da parte aérea e condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato. O aumento da salinidade da água de irrigação provocou expressivas perdas na emergência e no crescimento das plantas, mas os declínios foram inferiores nos tratamentos com o biofertilizante. No substrato, a condutividade elétrica foi elevada em função do aumento na concentração de sais da água de irrigação, porém em menor proporção nos tratamentos com o insumo orgânico. Mudas de pimentão irrigadas com água salina em solo sem biofertilizante não apresentam qualidade adequada para transplante no campo. Nos tratamentos com biofertilizante bovino e irrigação com águas salinas de condutividade elétrica até 3 dS m⁻¹, as mudas revelaram-se adequadas para o transplante.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L., insumo orgânico, salinidade da água.

Effects of bovine biofertilizer on the production of bell pepper irrigated with saline water

ABSTRACT

An experiment was carried out during the period of December/2008 to February/2009 in order to evaluate the effects of bovine biofertilizer on the yield of bell pepper plants (*Capsicum annuum* L.), cv. All Big., under irrigation with saline water. Treatments were arranged in randomized blocks using the factorial design 5×2 , corresponding to five levels of irrigation water electric conductivity (0.3; 1.5; 2.5; 3.5 and 4.5 dS m⁻¹), and two substrates, without and with bovine biofertilizer. The irrigation was carried out based on the weighting process, by daily providing the volume of each type of evapotranspired water, in order to elevate the soil to the field capacity level.. The evaluated variables were seedling emergence speed, normal emerged seedlings percentage, stem diameter and height growth, main root length, dry matter of the roots and shoots and electric conductivity of the substrate saturation extract. The increase of salinity on the irrigation water resulted in expressive losses in the plants emergence and growth, but the decreases were lower in treatments with the bovine biofertilizer. In the substrate, the electric conductivity was increased as function of the irrigation water salinity level increase, but in lower proportion in treatments with organic input. Bell pepper seedlings irrigated with saline water in soil without bovine biofertilizer did not present adequate quality for transplanting. However, in treatments with the organic fertilizer and irrigation with saline water with electric conductivity up to 3 dS m⁻¹, the seedlings showed adequate conditions for transplanting.

Key words: *Capsicum annuum* L., water salinity, organic input.

¹ Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, CEP 58397-000, Areia-PB, Brasil. Fone: (83) 3362-2300 Ramal 3274. Fax: (83) 3362-2300. E-mail: adeilsonagro@bol.com.br; lofeca@cca.ufpb.br; agrodonato@hotmail.com; sherly.20@hotmail.com; monti_br@yahoo.com.br; ademar@cca.ufpb.br

² Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

³ Bolsista de Doutorado do CNPq

INTRODUÇÃO

O pimentão é uma das olerícolas mais consumidas no Brasil e sua produção tem aumentado vertiginosamente nos últimos anos, devido ao amplo cultivo em ambientes protegidos (Leonardo et al., 2007). Na região semiárida nordestina é cultivado, principalmente, em áreas de agricultura familiar onde a irrigação quase sempre depende de suporte técnico. Além dessa limitação, as fontes de água, em muitos casos, possuem níveis elevados de sais, constituindo uma limitação ao cultivo irrigado (Cavalcante & Cavalcante, 2006).

O regime irregular de chuvas e as altas taxas de evaporação na região do Nordeste brasileiro contribuem acentuadamente para o aumento da concentração de sais nos seus mananciais hídricos, principalmente nos períodos de estiagem, chegando a superar $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ nos meses mais quentes do ano. Estes fatores podem significar um aspecto desfavorável ao cultivo do pimentão, devido à cultura ser moderadamente sensível à salinidade (Ayers & Westcot, 1999).

O estresse salino em plantas de pimentão, segundo Aktas et al. (2006) provoca inibição no crescimento, distúrbios na permeabilidade das membranas celulares e alterações na condutância estomática, fotossíntese e balanço iônico. Nesse sentido, Lycoskoufis et al. (2005) observaram que a fotossíntese de plantas de pimentão cultivadas em solução nutritiva com condutividade elétrica de 8 dS m^{-1} foi reduzida devido à inibição da produção de cloroplastos, causada pelas altas concentrações de sais no apoplasto das células foliares, que resultou na perda de produção de biomassa. Essa situação também foi verificada por Eloi et al. (2007) e Oliveira et al. (2007) em plantas de tomateiro submetidas à irrigação com águas salinas.

Considerando-se que boa parte do cultivo do pimentão nas áreas semiáridas do Nordeste brasileiro é realizada por pequenos agricultores utilizando mão de obra familiar, e que nessas áreas grande parte das fontes hídricas apresenta comprometimento para o uso na agricultura devido ao excesso de sais, faz-se necessário a elaboração de pesquisas que minimizem os efeitos negativos da salinidade da água de irrigação no crescimento inicial e capacidade produtiva das culturas de expressão social e econômica como o pimentão.

Nesse sentido, estudos recentes com o biofertilizante bovino aplicado ao solo na forma líquida, durante a formação de mudas de frutíferas irrigadas com água salina, evidenciam que o insumo pode ser uma alternativa para a redução dos efeitos negativos dos sais às plantas. Campos & Cavalcante (2009) constataram que a aplicação de biofertilizante líquido diluído em água na proporção 1:1, aplicado uma única vez um dia antes da semeadura, atenuou os efeitos degenerativos da salinidade da água de irrigação no crescimento inicial das plantas de pimentão.

O biofertilizante é um insumo orgânico de baixo custo, resultante da fermentação anaeróbica de uma mistura de partes iguais de esterco fresco de bovino e água em biodigestor durante um período de 30 dias (Santos & Akiba, 1996). No processo de digestão do esterco a ação dos microrganismos libera substâncias húmicas existentes no material orgânico, principalmente os ácidos húmicos que

influenciam positivamente as propriedades químicas e físicas do solo e proporcionam maior fornecimento e absorção de nutrientes às plantas (Lag Reid et al., 1999).

A aplicação de biofertilizante ao solo, conforme Baalausha et al. (2006), pode induzir aumento no ajustamento osmótico às plantas pela acumulação de solutos orgânicos, promovendo a absorção de água e nutrientes em meios salinos. Essas propriedades resultam na melhoria física, química e biológica do solo promovendo melhores condições para a emergência, crescimento vegetativo e produção de biomassa das plantas desenvolvidas em ambiente sob estresse salino.

Com este trabalho objetivou-se avaliar os efeitos do biofertilizante comum no comportamento vegetativo de mudas de pimentão e na condutividade elétrica do substrato, irrigadas com água salina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em abrigo telado, na Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, durante o período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2009. O clima da região é do tipo *As'* de Köppen, que significa tropical semi-úmido, com pluviosidade média de 1400 mm, de março a julho. A temperatura média do mês mais quente situa-se em torno de 25°C e a do mês mais frio, $21,5^\circ\text{C}$, com umidade relativa do ar variando de 75% em novembro, a 87% nos meses de junho e julho.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, no esquema fatorial 5×2 , correspondendo aos cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,3; 1,5; 2,5; 3,5 e $4,5 \text{ dS m}^{-1}$), e dois tipos de solo, sem e com biofertilizante bovino, com três repetições e 21 plantas por parcela. Os níveis salinos foram preparados a partir da diluição de água salina ($\text{CEa} = 12,44 \text{ dS m}^{-1}$), oriunda de uma barragem, e água não salina de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$. O substrato constou de 3 litros de solo classificado como Argissolo Amarelo coletado na camada de 0-20 cm, que foi acondicionado em bolsas de polietileno preto com capacidade para 3,5 litros.

O biofertilizante foi obtido a partir de uma mistura de partes iguais de esterco bovino fresco e água isenta de sais, sob fermentação anaeróbica, durante 30 dias, conforme recomendação de Santos & Akiba (1996).

Dois dias antes da semeadura, o biofertilizante foi diluído em água na proporção 1:1 e aplicado em volume equivalente a 10% do volume total do substrato (3 litros), ou seja, foram aplicados 300 mL do insumo. O biofertilizante foi avaliado e apresentou a seguinte composição: $\text{Ca}^{2+} = 5,25$, $\text{Mg}^{2+} = 4,59$, $\text{Na}^+ = 8,25$, $\text{K}^+ = 9,47$, $\text{Cl}^- = 15,32$, $\text{HCO}_3^- = 1,85$ e $\text{SO}_4^{2-} = 11,02 \text{ mmolc L}^{-1}$, condutividade elétrica a $25^\circ\text{C} = 2,72 \text{ dS m}^{-1}$ e $\text{pH} = 6,92$.

Em cada parcela experimental foram semeadas cinco sementes de pimentão, cultivar All Big, com viabilidade de 88% de germinação. Depois de estabilizada a emergência, foi feito o desbaste mantendo-se apenas a planta mais vigorosa por unidade experimental. A irrigação foi feita pelo processo de pesagem, fornecendo-se diariamente o volume de água evapotranspirada, de modo a elevar a umidade do solo para

ao nível da capacidade de campo. A cada semana procedia-se uma lavagem do solo com uma lâmina referente à fração de lixiviação de 10% de cada tipo de água.

A partir do início da emergência, diariamente foram efetuadas contagens das plântulas normais emergidas até o 21º, conforme Regras de Análises de sementes - RAS para análise de sementes de pimentão, obtendo-se índice de velocidade de emergência (IVE) pelo somatório do número de plântulas normais emergidas (G1, G2, G3... GN), dividido pelo número de dias decorridos (N1, N2, N3... NN) entre a semeadura e a emergência de acordo com Maguire (1962):

$$IVE = G1/N1 + G2/N2 + G3/N3 + \dots + GN/NN$$

Os percentuais de plântulas emergidas foram calculados dividindo o número de plântulas normais pelo número de sementes semeadas em cada tratamento, e multiplicando pelo percentual de germinação informado na embalagem das sementes. Aos 45 dias, período considerado por Filgueira (2008) como o adequado para a formação de mudas de pimentão, foram obtidos os valores de crescimento em altura, diâmetro do caule na altura do colo das plantas, comprimento da raiz principal, quantificação da massa de matéria seca de raiz e parte aérea. No substrato foram obtidos os valores da condutividade elétrica do extrato de saturação, conforme Richards (1954).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste "F" de regressão. O comprimento de raízes e a condutividade elétrica do extrato de saturação foram submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente da aplicação de biofertilizante, o aumento de sais na água de irrigação comprometeu o processo germinativo do pimentão, com base no índice de velocidade de emergência e na porcentagem de emergência de plântulas normais, ocorrendo em menor proporção nos tratamentos com o insumo orgânico (Figura 1). O comportamento dos dados foi semelhante ao apresentado por Sousa et al. (2008) que constatou decréscimos na germinação de sementes de maracujazeiro amarelo no solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas de condutividade elétrica variando de 0,4 a 4 dS m⁻¹.

A superioridade no solo com o biofertilizante, provavelmente, se deve à ação das substâncias húmicas contidas no biofertilizante. Para Baalousha et al. (2006) as substâncias húmicas têm a propriedade de diminuir o potencial osmótico no interior do tecido celular e, dessa forma, contribuir para o aumento do ajustamento osmótico, promovendo maior absorção de água e nutrientes pelas sementes, resultando em maior emergência das plântulas.

O maior comprometimento do processo germinativo das sementes no solo sem o biofertilizante ocorreu devido aos sais em excesso reduzirem o potencial osmótico da solução externa, prejudicando a absorção de água e aumentando a absorção de sais pela semente (González & Ramírez 1996). Esta situação

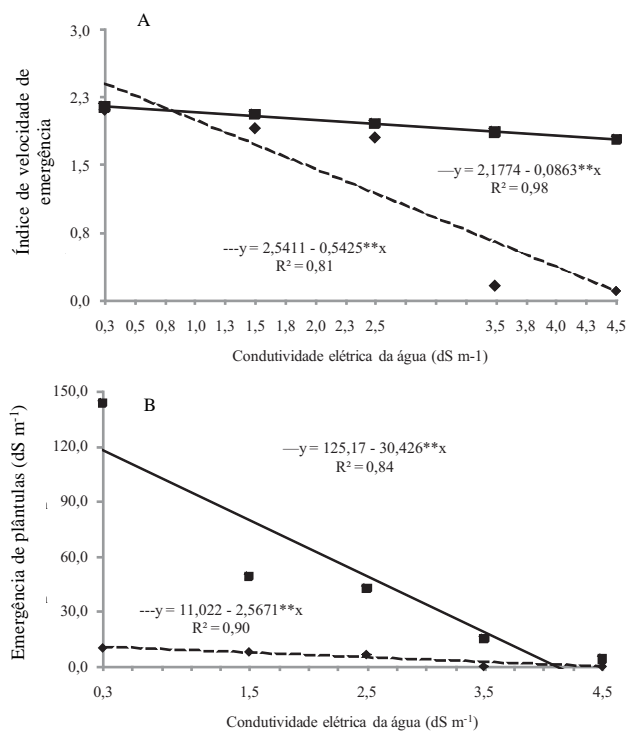


Figura 1. Índice de velocidade de emergência (A) e porcentagem de emergência (B) de plântulas normais de pimentão All Big, em função da salinidade da água de irrigação em substrato sem (---) e com (—) biofertilizante

Figure 1. Emergence speed (A) and percentage indexes (B) of normal seedlings of All Big bell pepper, as a function of the irrigation water salinity in substrate without (---) and with (—) biofertilizer

se reflete em perda de respiração da semente, redução da atividade de algumas enzimas, como a glutamato desidrogenase e peroxidase envolvidas no processo de germinação, limitação da disponibilidade de energia para o processo de divisão de celular e crescimento do eixo embrionário (Meza et al., 2007).

Observando as Figuras 1 A e B verifica-se que a água acima de 4,3 dS m⁻¹ nos tratamentos sem biofertilizante inibiu completamente o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de plântulas normais emergidas. Smith & Cobb (1991) também verificaram redução da porcentagem de germinação de sementes de pimentão irrigadas com água contendo de 100 mM de NaCl, o que equivale a uma condutividade elétrica de 10 dS m⁻¹. Pelos resultados, o biofertilizante não elimina os efeitos danosos dos sais da água de irrigação na emergência das plântulas, mas inibe a ação depressiva da salinidade às sementes de pimentão.

O crescimento das plantas, medido pela altura e diâmetro de caule, foi inibido com o aumento da salinidade da água de irrigação independentemente da aplicação de biofertilizante (Figura 2). No entanto, assim como no processo de emergência, o insumo orgânico proporcionou maior crescimento das plantas. Apesar de induzir valores superiores em relação aos tratamentos sem biofertilizante, verifica-se comportamento diferenciado entre o crescimento em altura e

o diâmetro do caulinar das plantas com o aumento do teor salino das águas. Situação semelhante foi relatada por Campos & Cavalcante (2009) na formação de mudas de pimentão irrigadas com água salina e submetidas à aplicação de biofertilizante. Quanto ao efeito depressivo dos sais sobre o crescimento em altura e diâmetro, Aktas et al. (2006) em pimentão, Oliveira et al. (2007) e Eloi et al. (2007) em tomateiro irrigado com águas salinas, também observaram que o crescimento em altura das plantas foi sensivelmente inibido com o incremento de sais da água de irrigação.

Ao comparar as equações das retas percebe-se também que, apesar dos maiores valores absolutos de altura das plantas (Figura 2A.) nos tratamentos com biofertilizante, as perdas por aumento unitário de salinidade das águas foram bem superiores (2,35 cm) aos 1,41 cm observados no solo sem o respectivo insumo orgânico. Quanto ao diâmetro do caule (Figura 2B.) as plantas tratadas com o biofertilizante também tiveram o caule mais desenvolvido. As perdas por aumento unitário do teor salino das águas foram da ordem de 0,51 mm, no solo sem biofertilizante, em relação aos 0,16 mm observados nos tratamentos com aplicação do biofertilizante.

Nos tratamentos irrigados com água de maior salinidade (4,5 dS m⁻¹), no solo com biofertilizante, as plantas apresentaram inibição de altura e diâmetro de caule de 70,5 e

26,4%, respectivamente, em relação às submetidas à água de 0,3 dS m⁻¹. Os declínios, apesar de elevados, são marcadamente menores em comparação com as perdas de 100% para ambas as variáveis nas plantas irrigadas com águas de condutividade elétrica a partir de 3,5 dS m⁻¹, em substrato sem biofertilizante. Estes resultados expressam que mesmo na presença do biofertilizante, o crescimento em altura e diâmetro caulinar apresentou perdas expressivas, mas o diâmetro do caule foi menos inibido pela salinidade da água de irrigação.

A superioridade dos tratamentos com biofertilizante evidencia a ação atenuante do insumo orgânico nos efeitos degenerativos dos sais no crescimento em altura e diâmetro do caule das plantas de pimentão. Esse efeito, conforme Galbiatti et al. (1996), ocorre devido ao biofertilizante promover melhorias nos atributos físicos e químicos do substrato, resultando em maior disponibilidade de água e maior respiração das raízes, refletindo-se em maior crescimento das plantas, como observado também por Silva et al. (2008a) em mudas de goiabeira irrigadas com águas salinas em substrato com matéria orgânica.

Para Santos & Akiba (1996) o biofertilizante possui em sua composição fitohormônios do crescimento vegetal, como Ácido Indol Acético, giberelinas e co-fatores (piridoxina, riboflavina e tiamina), que agem como precursores dos fitoestimulantes. Estas substâncias, associadas à ação que o biofertilizante exerce na diminuição do potencial osmótico no interior celular (Baalousha et al. 2006), não eliminam, mas sim estimulam o crescimento das plantas em meios adversamente salinos.

Ao considerar que mudas de pimentão com idade de 30 a 45 dias devem ter altura entre 7 e 8 cm (Filgueira, 2008), percebe-se na figura 2A que as plantas dos tratamentos sem biofertilizante, aos 45 dias após a semeadura, não tinham qualidade adequada aos padrões exigidos para transplante. No entanto, as plantas tratadas com o respectivo insumo e irrigadas com água de condutividade elétrica até 3 dS m⁻¹ apresentavam altura e diâmetro caulinar adequados para o transplante.

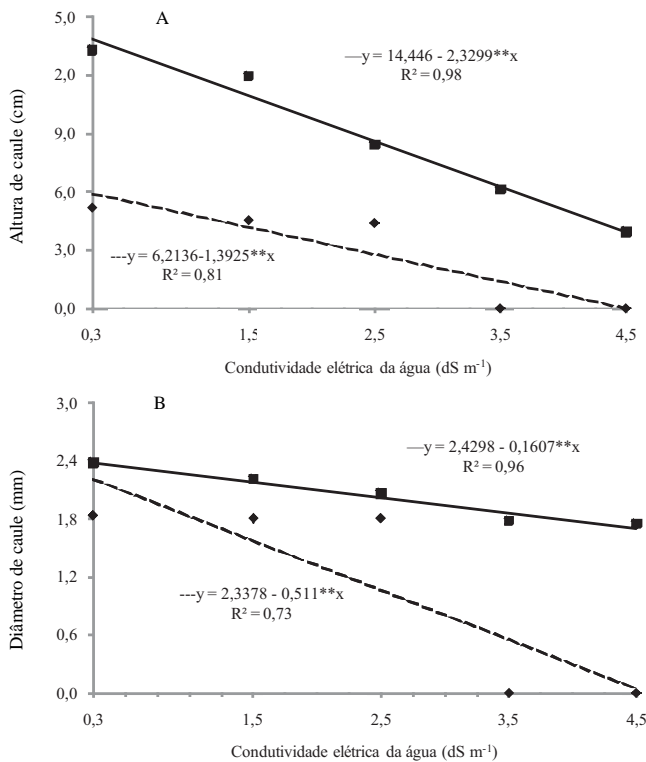


Figura 2. Altura (A) e diâmetro de caule (B) de plantas de pimentão All Big, aos 45 dias após emergência, em função da salinidade da água de irrigação em substrato sem (---) e com (—) biofertilizante

Figure 2. Stem height (A) and diameter (B) of All Big bell pepper plants, 45 days after emergence, as function of irrigation water salinity in substrate without (---) and with (—) biofertilizer

Tabela 1. Médias de comprimento de raiz principal (cm) de plantas de pimentão All Big, aos 45 dias após emergência, em função da salinidade da água de irrigação no substrato sem e com biofertilizante

Table 1. Main root average length (cm) of All Big bell pepper, 45 days after the emergence, as a function of the irrigation water salinity in substrate with and without biofertilizer

Biofertilizante	Comprimento de raiz principal (cm)				
	CE da água de irrigação (dS m ⁻¹)				
	0,3	1,5	2,5	3,5	4,5
Sem	3,9 bA	5,6 bA	3,5 bA	0,3 bB	0,1 bB
Com	11,9 aA	9,3 aB	4,8 aC	3,8 aC	3,3 aC

DMS CEa = 1,53
 DMS Bio = 1,06
 CV = 15,38%

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

O comprimento da raiz principal também foi afetado negativamente com o aumento do teor salino das águas de irrigação, mas, como observado para as demais variáveis, em menor severidade no solo com biofertilizante, em todas as doses aplicadas (Tabela 1). Efeito semelhante foi verificado por Cavalcante et al. (2009) em mudas de maracujazeiro amarelo tratadas com biofertilizante e irrigação com águas salinas.

Ao comparar as médias referentes às plantas irrigadas com água de maior salinidade (4,5 dS m⁻¹) em relação à de menor salinidade (0,3 dS m⁻¹), o comprimento da raiz principal das plantas apresentou perdas de 72,1% e 92,7% no substrato com e sem biofertilizante. Apesar da elevada redução, mesmo nos tratamentos com o biofertilizante, verifica-se que o insumo promoveu incrementos no crescimento da raiz principal aos níveis de 204,4; 67,3; 36,6; 1170 e 3200 % nas plantas irrigadas, respectivamente, com águas de salinidade de 0,3; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 dS m⁻¹, em relação ao solo sem o biofertilizante. Observa-se também ação mais expressiva do insumo nos tratamentos sob irrigação com água não salina (0,3 dS m⁻¹) e com as de restrição salina mais severa (3,5 e 4,5 dS m⁻¹), comparada à exercida nas plantas irrigadas com águas de restrição salina moderada às plantas (1,5 e 2,5 dS m⁻¹), como indicado em Ayers & Westcot (1999) e Cavalcante & Cavalcante (2006).

O pimentão, durante a formação de mudas, não tolera condutividade elétrica da água de irrigação superior a 2,5 dS m⁻¹ em substratos sem o biofertilizante (Tabela 1). Isso expressa que embora o insumo não neutralize os efeitos degenerativos dos sais, ele exerce ação atenuadora sobre o estresse salino no ambiente radicular das plantas. Dessa forma, a sua aplicação possibilita uma melhor distribuição do sistema radicular, permitindo maior exploração e melhores condições de ajustamento osmótico das plantas sob irrigação com água salina (Baalausha et al., 2006). A inibição no crescimento do sistema radicular sob condições salinas, conforme Munns & Tester (2008), pode ser atribuída à redução da fotossíntese. Para os mesmos autores, sob condições salinas, o número e tamanho das folhas de plantas glicófitas são reduzidos devido à baixa disponibilidade de água, aumento da concentração salina da solução e toxicidade pela alta concentração de sais no ambiente das raízes. Por outro lado, a superioridade expressa pelos valores dos tratamentos com o biofertilizante pode estar relacionada à melhoria da estrutura do solo, resultando em maior aeração (Galbiatti et al., 1997) e maior espaço poroso ao crescimento das raízes. Associado à melhoria física do solo, alguns compostos existentes no biofertilizante, como a tiamina, estimulam o crescimento do sistema radicular das plantas (Santos & Akiba, 1996).

O aumento da concentração salina da água de irrigação, a exemplo do ocorrido para as variáveis de crescimento, também inibiu a produção de matéria seca das raízes e parte aérea das plantas de pimentão, mas sempre com menor intensidade nos tratamentos com o biofertilizante (Figura 3). Esse efeito é comum nas plantas sob irrigação com água salina em cultivo convencional, como apresentam Aktas et al. (2006) para o pimentão e (Najla et al., 2008) para o tomateiro.

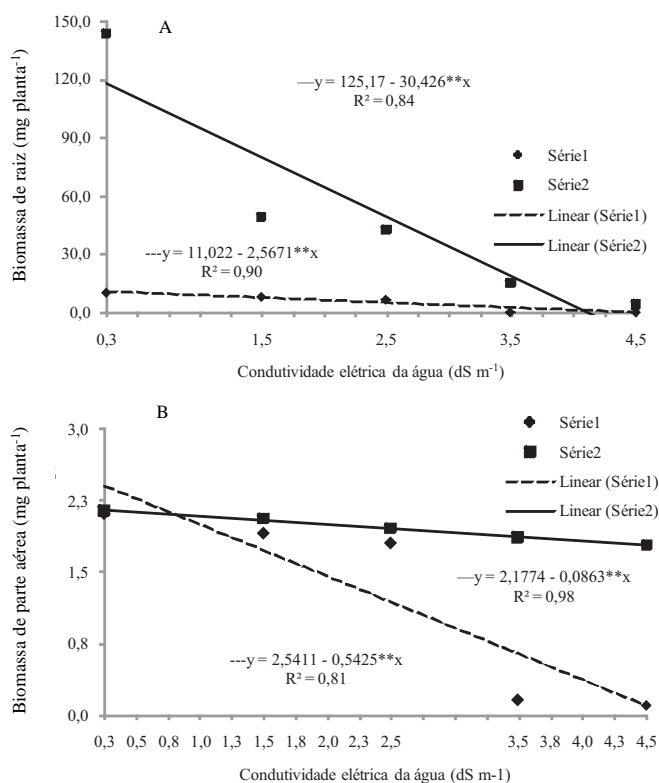


Figura 3. Biomassa de raiz (A) e parte aérea (B) de plantas de pimentão, cultivar All Big., aos 45 dias após a emergência, em função da salinidade água de irrigação em substrato sem (---) e com (—) biofertilizante

Figure 3. Root (A) and shoot biomass (B) of bell pepper plants, cv All Big., 45 days after the emergence, as a function of the irrigation water salinity in substrate without (---) and with (—) biofertilizer

Conforme indicado na Figura 3A, o aumento da salinidade das águas resultou em declínios de 30,61 e 2,59 mg planta⁻¹ na produção de biomassa radicular das plantas nos tratamentos com e sem biofertilizante, respectivamente. Essa situação foi também verificada para o crescimento em altura em que, apesar da superioridade dos valores da variável nos tratamentos com o insumo, as perdas por aumento unitário da salinidade da água foram também superiores aos dos tratamentos sem o insumo. Caso esses valores correspondessem a uma condição salina e uma não salina, como se deve proceder nos estudos de avaliação de tolerância das plantas aos sais (Ayers & Westcot, 1999), as perdas seriam maiores no valor referente a 30,61 mg planta⁻¹. Entretanto, em se tratando de diferentes substratos, como é o caso, a superioridade absoluta pode apresentar o mesmo valor relativo, mas a resposta das plantas ao estresse é mais expressiva no substrato em que a perda por incremento unitário da condutividade elétrica foi maior.

Quanto à parte aérea, as perdas de biomassa por aumento unitário de condutividade elétrica da água de irrigação nas plantas desenvolvidas no solo com e sem biofertilizante foram de 0,08 e 0,53 g planta⁻¹ (Figura 3B), com perdas percentuais entre as plantas irrigadas com águas de 0,3 e 4,5 dS m⁻¹ de 16,35 e 100%, respectivamente, nos tratamentos com e sem biofertilizante. Ao comparar os dados de biomassa de raiz com

Tabela 2. Valores médios de condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato (dS m^{-1}) utilizado para a formação de mudas de pimentão, aos 45 dias após a emergência, em função da salinidade da água de irrigação no substrato sem e com biofertilizante

Table 2. Mean values of electrical conductivity of the substrate saturation extract (dS m^{-1}) used for bell pepper seedling production, 45 days after the emergence, as a function of the irrigation water salinity in the substrate with and without biofertilizer

Biofertilizante	Condutividade elétrica do extrato de saturação				
	Comprimento de raiz principal (cm)				
	CE da água de irrigação (dS m^{-1})				
	0,3	1,5	2,5	3,5	4,5
Sem	2,6 aD	7,9 aC	10,9 aB	12,8 aA	13,4aA
Com	0,9 bC	1,7b BC	2,6 b AB	2,4 bABC	3,3bA

DMS CEa= 1,53

DMS Bio= 1,06

CV= 10,58%

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

os da parte aérea das plantas percebe-se que mesmo com a aplicação de biofertilizante, as raízes sofreram mais expressivamente a ação degenerativa dos sais que a parte aérea. Esse fenômeno é comum nas plantas sensíveis e moderadamente sensíveis aos efeitos da salinidade do solo e da água de irrigação, como discutiram El-Hendawy et al. (2005) após avaliarem o crescimento de plantas de trigo em ambiente salino.

A inibição no crescimento e produção de biomassa pelas plantas em geral, inclusive o pimentão, é resposta do desequilíbrio nutricional e toxicidade, que resultam em perdas de respiração, expansão radicular, absorção de água e fixação de CO_2 (Parida & Das 2005). Quanto ao declínio na produção de biomassa da parte aérea das plantas irrigadas com água salina, este quase sempre é resultado da senescência precoce provocada pelos efeitos tóxicos dos sais em excesso na água de irrigação, que limitam a expansão da área foliar, reduzindo o rendimento de matéria seca (Silva et al., 2008b). Comportamento semelhante foi também registrado por Oliveira et al. (2007) na produção de biomassa da parte aérea do tomateiro irrigado com águas salinas.

A salinidade do substrato, medida através da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), apresentou médias marcadamente mais elevadas com o aumento de sais da água de irrigação (Tabela 2). No entanto, nos tratamentos com biofertilizante, as médias de CEes foram inferiores aos dos tratamentos sem o insumo.

O aumento da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) de $0,87 \text{ dS m}^{-1}$ para $3,29 \text{ dS m}^{-1}$, nos tratamentos com biofertilizante, expressa que a condição iônica do solo foi elevada de não salina (CEes $< 2,0 \text{ dS m}^{-1}$) para ligeiramente salina, enquanto que nos tratamentos com ausência do insumo, a CEes passou de $2,56 \text{ dS m}^{-1}$ (ligeiramente salino) para $13,44 \text{ dS m}^{-1}$ (fortemente salino) (Richards 1954). Os resultados estão de acordo com os obtidos por Eloi et al. (2007) em substrato cultivado com

tomateiro irrigado com águas salinas, ao constatarem que a aplicação de matéria orgânica elevou a condutividade elétrica do substrato durante a formação de mudas. Possivelmente, as menores médias de CEes nos tratamentos com biofertilizante é resultante da melhor condição física do substrato, que proporciona maior lixiviação dos sais, pois, segundo Cavalcante et al. (2009), a aplicação de biofertilizante ao solo pode proporcionar aumento na velocidade de infiltração de água no solo, devido à ação dos ácidos húmicos presentes na matéria orgânica que fazem parte da constituição do biofertilizante, favorecendo a remoção de sais por lixiviação.

CONCLUSÕES

A aplicação de biofertilizante comum ao substrato aumenta a velocidade de germinação, percentagem de germinação e crescimento inicial de mudas de pimentão irrigadas com água salina.

O biofertilizante diminui a condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato usado na formação de mudas de pimentão irrigadas com água salina.

Mudas de pimentão irrigadas com água salina em solo sem biofertilizante não apresentam qualidade adequada para transplante no campo, mas em solo com biofertilizante e irrigação com água salina com condutividade elétrica até 3 dS m^{-1} , as mudas mantêm-se adequadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pela concessão de bolsa durante o período de trabalho acadêmico.

LITERATURA CITADA

- Aktas, H.; Abak, K.; Cakmak, I. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. *Scientiae Horticulturae*, v.110, n.3, p.260-266, 2009. [Crossref](#)
- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. Qualidade da água na agricultura. Campina grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado).
- Baalousha, M.; Heino, M.M.; Le Coustumer, B.K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. *Colloids and surfaces. Physicochemical and Engineering Aspects*, v.222, n.1-2, p.48-55, 2006. [Crossref](#)
- Campos, V.B.; Cavalcante, L.F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. *Holos*, v.25, n.2, p.10-20. 2009.
- Cavalcante, L.F.; Silva, G.F.; Gheyi, H.R.; Dias, T.J. Alves, J.C.; Costa, A.P.M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. *Revista Brasileira Ciências Agrárias*, v.4, n.4, p.414-420, 2009. [Crossref](#)

- Cavalcante, L.F.; Cavalcante I.H.L. Uso da água salina na agricultura. In: Cavalcante, L.F.; Lima, E.M. (Eds). Algumas frutíferas tropicais e a salinidade. Jaboticabal: Funep, 2006. p.1-11.
- El-Hendawy, S.E.; Hu, Y.; Yakout, G.M.; Awad, A.M.; Hafiz, S.E.; Schmidhalter, U. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *European Journal of Agronomy*, v.22, n.3, p.243-253, 2005. [Crossref](#)
- Eloi, W.M.; Duarte, S.N.; Soares, T.M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.2, n.1, p.83-89, 2007.
- Filgueira, F.A.R. Novo manual de olericultura. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- Galbiatti, J.A.; Garcia, A.; Caldeira, D.S.A.; Silva, M.L.O.; Mastrocola, M. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluentes de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a duas lâminas de água por meio de irrigação por sulco. *Científica*, v.24, n.1, p.63-74, 1996.
- González, L.; Ramírez, R. Respuesta de *Terannus labilis* sale diferentes niveles de salinidad durante la germinación y crecimiento. *Cultivos Tropicales*, v.17, n.3, p.17-19, 1996.
- Lag Reid, M.; Bockman, O.C.; Kaarstad, O. Agriculture, fertilizers and the environment. Cambridge: CABI, 1999. 294p.
- Leonardo, M.; Broetto, F.; Villas Bôas, R.L. Almeida, R.S.; Marchese, J.A. Produção de frutos de pimentão em diferentes condições salinas. *Irriga*, v.12, n.1, p.73-82, 2007.
- Lycoskoufis, I.H.; Savvas, D.; Mavrogianopoulos, G. Growth, gas exchange, and nutrient status in pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in recirculating nutrient solution as affected by salinity imposed to half of the root system. *Scientia Horticulturae*, v.106, n.2, p.147-161, 2005. [Crossref](#)
- Maguire, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.1, p.176-177, 1962. [Crossref](#)
- Meza, N.; Arizaleta, M.; Bautista, D. Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de semillas de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Revista de la Facultad de Agronomía*, v.24, n.4, p.69-80, 2007.
- Munns, R.; Tester, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.651-681, 2008. [Crossref](#)
- Najla, S.; Vercambre, G.; Pagès, L.; Grasselly, D.; Gautier, H.; Génard, M. Effect of salinity on tomato plant architecture. *Acta Horticulturae*, v.801, p.1183-1190, 2008.
- Oliveira, B.C.; Cardoso, M.A.A.; Oliveira, J.C.; Oliveira F.A.; Cavalcante, L.F. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.1, p.11-16, 2007. [Crossref](#)
- Parida, A.K.; Das, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 60, n. 3, p.324-349, 2005. [Crossref](#)
- Richards, L.A. Diagnosticos e recuperacion de suelos salinos y sodycos. Washington, USDA, 1954. 172p. (Manual de Agricultura 60).
- Santos, A.C.V.; Akiba, F. Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa. Seropédica: UFRRJ/Imprensa Universitária, 1996. 35p.
- Silva, A.B.F.; Fernandes, P.D.; Gheyi, H.R.; Blanco, F.F. Growth and yield of guava irrigated with saline water and addition of farmyard manure. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.4, p.354-359, 2008a. [Crossref](#)
- Silva, E.C.; Nogueira, R.J.M.C.; Araújo, F.P.; Melo, N.F.; Azevedo Neto. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and Experimental Botany*, v.63, n.1-3, p.147-157, 2008b. [Crossref](#)
- Smith, P.T.; Cobb, B.G. Physiological and enzymatic activity of pepper seeds (*Capsicum annuum* L.) during priming. *Physiologia Plantarum*, v.82, n.3, p.433-439, 1991. [Crossref](#)
- Sousa, G.B.; Cavalcante, L.F.; Cavalcante, I.H.L.; Beckmann-Cavalcante, M.Z. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. *Revista Caatinga*, v.21, n.2, p.172-180, 2008.